

Odbočenie 1

Povrchová teplota na ploche okna (zasklenie alebo rám), pri ktorej poznáme súčiniteľ prestupu tepla U , je

$$t_P = t_I - \frac{R_P \cdot U \cdot (t_I - t_E)}{1 + U \cdot (R_P - R_N)} \quad (1)$$

kde
 t_P je povrchová teplota ve $^{\circ}\text{C}$,
 t_I je vnútorná teplota ve $^{\circ}\text{C}$,
 t_E je vonkajšia teplota ve $^{\circ}\text{C}$,
 U je súčiniteľ prestupu tepla ve $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$,
 R_P je odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane povrchu v $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ a $R_N = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ je normový odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane povrchu. Ide štatisticky o najpravdepodobnejšiu hodnotu medzi všetkými možnými hodnotami R_P .

Veličina U , súčiniteľ prestupu tepla okna, je daná normou definovaným vzťahom:

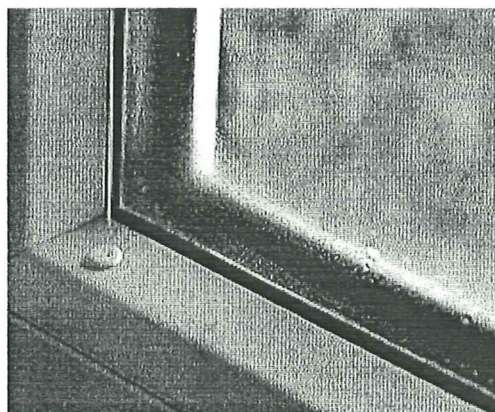
$$U = 1 / (R_N + R_K + r_N) \quad (2)$$

kde
 R_K je tepelný odpor konštrukcie v $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ a
 $r_N = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ je normový odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane povrchu. Okamžité hodnoty r_P tohto prestupového odporu závisia na konkrétnych klimatických podmienkach, hodnota r_N je (podobne ako R_N) je štatisticky najviac pravdepodobnou hodnotou.

Vzorec (1) plynie z normovanej definície súčiniteľa prestupu tepla konštrukcie (2). Ako nezávisle premenná vystupuje vo vzorci (1) veličina R_P , tzn. skutočný odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane povrchu, zatiaľčo v hodnote premennej U je vždy použitá v zmysle definície (2) normovaná hodnota $R_N = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Viac o tomto súčiniteli sa čitateľ dozvie v článkoch Súčiniteľ prestupu tepla a ako sa počíta a Súčiniteľ prestupu tepla. Čo to je a ako sa s ním pracuje. **Koniec odbočenia.**

Podrobnejší pohľad na vzorec (1) ukazuje, že povrchová teplota t_P na vnútornej strane okna sa zvýši, keď sa

- zníži súčiniteľ prestupu tepla U okna,
- zvýši vnútorná teplota,
- zvýši vonkajšia teplota,
- zníži odpor pri prestupe tepla na povrchu okna.



Dodajme, že odpor pri prestupe tepla RP na okne znížime jednoducho tým, že okno ovievame vnútorným vzduchom, napr. pomocou ventilátora. Ak je rýchlosť prúdenia vzduchu pozdĺž okna vysoká, tzn. že používame silný ventilátor, môžeme považovať tento odpor za nulový, presnejšie $RP \rightarrow 0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Týmto opatrením väčšinou celkom odstránime prípadné rosenie.

Naopak keď prúdenie úplne zastavíme, priblížime sa k medznej hodnote $RP \rightarrow 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ pre bežné, sálavé (vysokoemisívne) povrchy alebo až k $RP \rightarrow 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ pre povrchy tepelno reflexné (nízkoemisívne).

Vnútorné povrchové teploty okien nie sú všade rovnaké: najchladnejšími miestami zvislého okna sú (v zime) zvyčajne obidva dolné rohy a po nich celý dolný okraj zasklenia v blízkosti jeho dotyku s rámom. Príčiny sú dve. Jednak v týchto miestach bývajú tepelné mosty, a jednak práve tu je znížené prúdenie vzduchu, teda aj nižšia povrchová teplota a vyššie riziko rosenia.

Pokiaľ okná ovievame, môžeme k tomu použiť napríklad teplovzdušný fén, ktorý vzduch ohrieva. Tým jednoducho dosiahneme na povrchu okna vyššiu teplotu, než je vnútorná teplota, a rosenie úplne odstránime.

Poznámka: Príčinou chladných okenných plôch na vnútornej strane môže byť aj studený vonkajší vzduchu, ktorý preniká netesnými oknami a ochladzuje vnútorný povrch okna (zasklenia aj rámov). Takto ochladzované miesta sa môžu rosieť a hlavne v mrazoch sa tu môže tvoriť aj ľad. Rosenie či ľad je väčšinou dôkazom tohto typu ochladzovania vnútorného povrchu okna.

Vlhkosť vnútorného vzduchu a rosný bod

Keď dokážeme odhadnúť teplotu povrchu okna (zasklenia aj rámov, ak poznáme UG i UF), vieme aj odhadnúť, či sa v daných podmienkach okno rosí, resp. kedy rosenie nastane. K tomu potrebujeme poznať rosný bod. To je teplota, na ktorú musíme vzduch ochladiť, aby sa z neho začala zrážať hmla či sneh. Viac o tom v článkoch *Difúzia vodnej pary - veličiny, hodnoty a jednotky*, *Difúzia vodnej pary v konštrukcii a Vlhkosť vzduchu v byte a jej stanovenie- výpočtový program*.

Ak bude rosný bod vnútorného vzduchu vyšší, než je teplota povrchu skiel alebo rámov okna, bude sa na povrchu zrážať rosa.

Začínajúce rosenie môže oddialiť, niekedy až odstrániť, zvýšené prúdenie vzduchu pozdĺž rosenej plochy, ktoré (popri tom, že zdvihne povrchovú teplotu, vid' vyššie), urýchli odparenie rosy.

Rosný bod sa dá relatívne jednoducho určiť, pokiaľ poznáme vnútornú teplotu a relatívnu vlhkosť vzduchu. K tomu stačí bežný teplomer a vlhkomer. Rosný bod potom stanovíme pomocou upraveného Magnusovho vzorca, vid' už spomenutý výpočtový program *Vlhkosť vzduchu v byte a jej stanovenie- výpočtový program*:

$$t_R = \frac{5745}{\frac{5745}{(t_1 + 273,15)} - \ln\left(\frac{RH}{100}\right)} - 273,15 \quad (3)$$

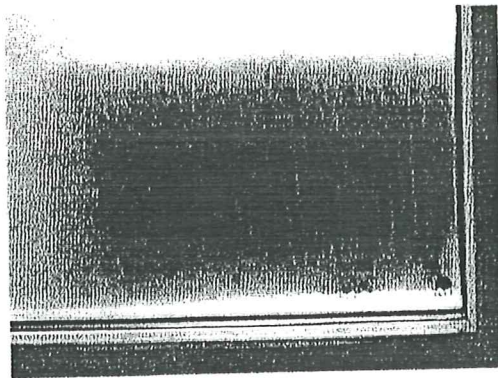
kde

t_R je rosný bod vnútorného vzduchu ve °C,

t_1 je vnútorná teplota ve °C a

RH je relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v %.

Hodnoty rosného bodu v byte pri rôznych teplotách a rôznych relatívnych vlhkostiach vzduchu ukazuje graf na obr. 4. Uved'me niekoľko prípadov:



Význam vetrania

K roseniu niekedy paradoxne dochádza až po výmene starých, nevyhovujúcich okien so zasklením $UG \geq 1,7$ W/(m²K) za nové, ktorých rám je podstatne lepši a zasklenie je na úrovni $UG = 1,1$ W/(m²K). Dôvod je jednoduchý: zatiaľ čo staré, netesné okná zaistovali vďaka vysokej infiltrácii (penikani vzduchu) výdatné vetranie veľmi suchým zimným vzduchom, nové a veľmi tesné okná – pokiaľ sú zatvorené – nevetrajú. A tak aj keď nové a kvalitnejšie okná majú v zime výrazne vyššiu povrchovú teplotu, môže sa kvôli ich tesnosti nahromadiť vo vzduchu taká vlhkosť z dýchania či potenia osôb, varenia, umývania, prania atď, že sa jednoducho orosia.



Vetranie je v domácnostiach vôbec, k dvojakej škode bývajúcich, podceňované. V novostavbe, ktorá nie je vetraná alebo v rekonštruovanom dome, ktoré sú podľa súčasných štandardov veľmi tesné, sa pri prevádzke a v prítomnosti obyvateľov hromadí vo vzduchu vydychovaný oxid uhličitý CO₂ a vodná para. Napr. štvorčlenná rodina, ktorej členovia vážia dokopy 220 kg, vydýcha za 24 hodín pri bežnej prevádzke približne 3,7 kg CO₂ a 1,5 kg vodnej pary, ktorá pochádza iba z metabolického spaľovania cukrov. Minimálne dvojnásobné množstvo vodnej pary sa navyše uvoľní vypotením skonzumovanej vody, a ďalší významný prírastok pary sa uvoľní pri varení, umývaní atď. teda pri prevádzke bytu.

Urobme si obrázok o tom, ako tieto množstvá ovplyvnia vlhkosť a hladinu CO₂ v byte o celkovom objeme, dajme tomu, 240 m³. Zdravotne odporúčané množstvá oboch plynov v danom priestore sú 0,3 kg (pri obsahu 700 ppmv CO₂) pre oxid uhličitý a 2,1 kg pre vodnú paru (pri normou požadovanej relatívnej vlhkosti 50 %). Je vidieť, že **bez dostatočného vetrania by sme v byte žili ako v dažďovom pralese (100 % vlhkosť) a dosť skoro by sme sa udusili.** (Pozn.: na 1 kg vydychovaného CO₂ pripadá 0,41 kg vydychovanej vodnej pary, vzniknutej v dôsledku metabolických dejov).

Záver

Článok s využitím technickej argumentácie ukazuje, že riziko kondenzátu (rosenia) na sklách a rámoch okien je vyššie pri nižšej tepelnoizolačnej kvalite okien a vyššej vlhkosti vnútorného vzduchu. Zároveň sú podané výpočtové nástroje, s ktorými je možné riziko rosenia okien predpovedať a navrhnúť také riešenia, že pri predpokladanej vlhkosti vnútorného vzduchu a minimálnych zimných teplotách sa roseniu okien vyhneme. Dôležitú rolu hrá popri vysokých, tepelnotechnických vlastnostiach okien tiež správne vetranie a to tak, aby sa relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v zime pohybovala do 50 %.